



Universidade Federal da Paraíba
Centro de Tecnologia em Desenvolvimento Regional
Departamento de Tecnologia Sucroalcooleira



OCORRÊNCIA DE PODRIDÕES EM VARIEDADES DE CANA-DE-AÇÚCAR CULTIVADAS NA PARAÍBA – PB

Wycleff Hugo Henrique de Sousa Freitas

João Pessoa/PB

Novembro/2017

Wycleff Hugo Henrique de Sousa Freitas

OCORRÊNCIA DE PODRIDÕES EM VARIEDADES DE CANA-DE-AÇÚCAR CULTIVADAS NA PARAÍBA – PB

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Tecnologia em Produção Sucroalcooleira, da Universidade Federal da Paraíba como requisito parcial à obtenção do grau de Tecnólogo em Produção Sucroalcooleira.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Márcia Aparecida Cezar

João Pessoa

Novembro de 2017

F866o Freitas, Wycleff Hugo Henrique de Sousa.

Ocorrência de podridões em variedades de cana-de-açúcar cultivadas na Paraíba - PB. [recurso eletrônico] / Wycleff Hugo Henrique de Sousa. -- 2017.
37 p.: il. color. + CD.

Sistema requerido: Adobe Acrobat Reader.

Orientador: Prof. Dra. Márcia Aparecida Cézar.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação – Tecnologia Sucoalcooleira) – CTDR/UFPB.

1. Cana de açúcar 2. Saccharum officinarum. 3. Doenças (fungos) 4. Colletotrichum. 5. Fusarium. I. Cézar, Márcia Aparecida. II. Universidade Federal da Paraíba. III. Centro de Tecnologia e Desenvolvimento Regional. IV. Título.

CDU: 633.632.4

OCORRÊNCIA DE PODRIDÕES EM VARIEDADES DE CANA-DE- AÇÚCAR CULTIVADAS NA PARAÍBA – PB

TCC aprovado em 24/11/2017 como requisito para a conclusão do curso de Tecnologia em Produção Sucroalcooleira da Universidade Federal da Paraíba.

BANCA EXAMINADORA:



Prof. Dr. Márcia Aparecida Cezar - (UFPB – Orientadora)



Biólogo Roberto Balbino da Silva - (ASPI/AN – PR – Membro externo)



Prof. Dr. Solange Maria de Vasconcelos - (UFPB – Membro Interno)

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho primeiramente a Deus e a mãezinha Maria Santíssima por serem essenciais em minha vida, autores do meu destino e socorro presente na hora da angústia. Ao meu avô materno, “In Memoriam” e minha avó materna e meus pais, por me proporcionarem a melhor educação possível, e pelos esforços para que eu chegasse até esta etapa de minha vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus e a mãezinha Maria Santíssima por serem norteadores de minhas ações, e serem refúgio nos momentos de precisão.

Aos meus familiares pelo apoio e incentivo que sempre me deram.

A Prof^a. Dr^a. Márcia Aparecida Cezar, não só pela orientação e ensinamento acadêmicos, mas pelos ensinamentos de vida ao longo destes anos.

A todos os professores do Curso de Tecnologia em Produção Sucroalcooleira que de alguma forma, contribuíram para que eu me tornasse o aluno que sou hoje.

A ASPLAN, na pessoa de Roberto Balbino da Silva que forneceu as variedades de cana-de-açúcar para que eu fizesse o levantamento do presente trabalho.

Aos amigos que fiz na universidade, com os quais, dividi grandes momentos e levarei por toda a vida; e aos meus amigos de longa data, que hoje brindam esta vitória comigo.

“Há criaturas como a cana: mesmo postas na moenda, esmagadas de todo, reduzidas a bagaço, só sabem dar doçura.”

(Dom Hélder Câmara)

RESUMO

A cana-de-açúcar representa uma das principais culturas da economia brasileira, sendo o produto agrícola mais produzido no estado da Paraíba. Entretanto, fatores limitantes como a ocorrência de pragas e doenças que podem acometer a cultura causam prejuízos aos produtores. Dentre as inúmeras pragas que atacam a cultura da cana-de-açúcar na região nordeste, particularmente no estado da Paraíba, destacam-se a broca comum (*Diatraea* spp.) e a cigarrinha dos canaviais (*Mahanarva posticata*). A broca-da-cana deixa aberturas (orifícios e galerias) que permitem entrada dos fungos *Colletotrichum falcatum* e *Fusarium moniliforme* causadores de podridões que invertem a sacarose, diminuindo a pureza do caldo. Deste modo o objetivo do trabalho foi realizar um levantamento da ocorrência de podridões em cinco variedades (RB 86 3129, RB 86 7515, RB 92 579, RB 93 1003, RB 00 2754) de cana-de-açúcar plantadas na Paraíba. Foi realizado o isolamento indireto de fungos dos tecidos retirando-se pequenos fragmentos superficiais das margens das lesões, seguida da desinfestação superficial, plaqueamento em meio de cultura Batata-Dextrose-Ágar, acrescido de antibiótico. As placas foram mantidas à temperatura de, aproximadamente, 27°C, durante sete dias, seguida da identificação com o auxílio de um microscópio óptico. Através da técnica de isolamento indireto e avaliação microscópica, verificou-se que o agente causador da doença pertence ao gênero *Fusarium*, e este foi detectado em todas as variedades analisadas, não demonstrando resistência a este patógeno.

Palavras-chave: *Saccharum officinarum*; doenças; *Colletotrichum*; *Fusarium*

ABSTRACT

Sugar cane represents one of the main crops of Brazilian economy, being the most produced agricultural product in the state of Paraíba. However, limiting factors, such as the occurrence of pests and diseases that may affect the crop cause damage to producers. Among the numerous pests that attack the sugar cane cultivation in the northeast region, particularly in the state of Paraíba, are the common borer (*Diatraea* spp.) and to the spittlebug sugar cane (*Mahanarva posticata*). For the sugarcane borer leaves openings (holes and galleries) that allow entry of fungus *Colletotrichum falcatum* and *Fusarium moniliforme* causing decay that reverses the sucrose, decreasing the purity of the broth. Thus the objective of this study was to conduct a survey of the occurrence of decay in five varieties (RB 86 3129, RB 86 7515, RB 92 579, RB 931003, RB 00 2754) of sugar cane planted in Paraíba. Was the indirect isolation of fungi of the tissues by removing small fragments of the margins of superficial lesions, followed by superficial disinfestation, plating on agar-agar culture Batata-Dextrose plus antibiotic. The plates were maintained at a temperature of approximately 27°C, during seven days, followed by identification with the aid of an optical microscope. Through the technique of indirect isolation and microscopic evaluation, it was found that the causative agent of the disease belongs to the genus *Fusarium*, and this was detected in all the varieties analyzed, not demonstrating resistance to this pathogen.

Keywords: *Saccharum officinarum*; diseases; *Colletotrichum*; *Fusarium*

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 - Sintomas da podridão Vermelha na folha e colmo da cana-de-açúcar..... | 19 |
| Figura 2 - Ilustração de estruturas do fungo <i>C. falcatum</i> (original de cultura)..... | 20 |
| Figura 3 - Morfologia microscópica do <i>C. falcatum</i> em folha de cana-de-açúcar..... | 20 |
| Figura 4 - Sintoma da podridão de Fusarium na folha da cana: <i>pokkah-boeng</i> | 21 |
| Figura 5 - Ilustração de estruturas do fungo <i>F. moniliforme</i> (original de cultura)..... | 22 |
| Figura 6 - Morfologia do <i>Fusarium</i> spp visualizadas em microscópio óptico..... | 22 |
| Figura 7 - Fragmentos sadios e doentes da variedade RB-86 7515..... | 24 |
| Figura 8 - Colmos da variedade RB-93 1003..... | 26 |
| Figura 9 - Sintomas internos de cada variedade avaliada..... | 27 |
| Figura 10 - Aspectos das colônias isoladas, e controle de fragmentos sadios..... | 29 |
| Figura 11 - Estruturas do microrganismo isolado na variedade RB-00 2754..... | 29 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1 - Características das variedades de cana-de-açúcar cultivadas na Paraíba e avaliadas no presente trabalho..... | 23 |
|---|----|

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| 1 INTRODUÇÃO..... | 13 |
| 1.1 Objetivos..... | 14 |
| 1.1.1 <i>Objetivo geral</i> | 14 |
| 1.1.2 <i>Objetivos específicos</i> | 14 |
| 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA..... | 15 |
| 2.1 Importância da cana-de-açúcar..... | 15 |
| 2.2 Doenças na cana-de-açúcar..... | 16 |
| 2.2.1 <i>Podridão-vermelha</i> | 18 |
| 2.2.2 <i>Podridão-de-Fusarium</i> | 20 |
| 3 METODOLOGIA..... | 23 |
| 3.1 Considerações Gerais..... | 23 |
| 3.1.1 <i>Obtenção das variedades de Cana-de-açúcar</i> | 23 |
| 3.1.2 <i>Isolamento dos agentes causadores das podridões do colmo: Fusarium spp. e Colletotrichum spp.</i> | 24 |
| 3.1.3 <i>Preparação de lâminas microscópicas temporárias</i> | 24 |
| 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 26 |
| 4.1 Avaliação dos sintomas externos e internos exibidos nos colmos de cana-de-açúcar.... | 26 |
| 4.2 Avaliação microscópica dos microrganismos isolados..... | 28 |
| 5 CONCLUSÃO..... | 31 |
| 6 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS..... | 32 |
| 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 33 |
| APÊNDICES..... | 36 |
| APÊNDICE A - Estruturas dos microrganismos isolados nas outras variedades..... | 37 |

1 INTRODUÇÃO

O cultivo de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) representa uma das principais culturas da economia brasileira. O Brasil é considerado o maior produtor, e se destaca na produção de açúcar e etanol o setor sucroenergético é um dos que mais empregam no país, gerando aproximadamente 4,5 milhões de empregos diretos e indiretos, além de congregam mais de 72.000 agricultores e 373 usinas e destilarias, em operação ou projeto (RODRIGUES, 2010). De acordo com a CONAB (2017), a produção de cana-de-açúcar no país, na safra 2016/17, foi de 657,2 milhões de toneladas.

A cadeia produtiva da cana, considerando os segmentos de insumos, atividades primárias (produção agrícola), indústria e serviços (transporte e comércio), registrou renda estimada de R\$ 113,27 bilhões no ano de 2015 (UNICA, 2016), e ainda segundo a CEPEA (Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada), o setor sucroenergético teve um dos maiores PIBs do agronegócio brasileiro.

Diante a grandiosidade do mercado sucroenergético brasileiro, deve-se atentar a alguns problemas fitossanitários como a ocorrência de pragas e doenças que podem acometer a cultura causando prejuízos aos produtores, visto que, a qualidade da cana-de-açúcar pode ser afetada, limitando assim o desempenho do setor. As pragas mais importantes que atacam a cana-de-açúcar são: a broca-da-cana-de-açúcar (*Diatraea saccharalis*) e a cigarrinha-das-raízes (*Mahanarva fimbriolata*).

Dentre as inúmeras pragas que atacam a cultura da cana-de-açúcar na região nordeste, particularmente no estado da Paraíba, a broca comum (*Diatraea flavipennella*), cigarrinha dos canaviais (*Mahanarva posticata*), broca Gigante (*Telchin licus licus*) e a lagarta Elasm (*Elasmopalpus lignosellus*) são responsáveis por grandes perdas (ASPLAN, 2014)

Segundo Dinardo-Miranda, 2008 *apud* PINTO; LOPES; LIMA, 2016, para as variedades plantadas no Brasil, as perdas causadas pela broca-da-cana chegam a 0,42% em açúcar, 0,21% em álcool e 1,14% no peso da cana colhida a cada 1% de Índice de Intensidade de Infestação (III), que é a porcentagem dos entrenós brocados em relação ao total examinado. Portanto, pode-se perder mais de 400 kg de açúcar por hectare em infestações (III) de até 10%.

Esses danos causados pela broca-da-cana podem ocorrer de forma direta, como enraizamento aéreo, brotação lateral, perda de peso, quebra e perfuração dos colmos, ou de forma indireta pela penetração de microrganismos fitopatogênicos que utilizam desses

orifícios como porta de entrada à cultura, dando início a um processo de infecção (PINTO; LOPES; LIMA, 2016).

Ainda segundo Pinto, Lopes e Lima (2016) o controle químico pode ser utilizado para combater esta praga, no entanto o método mais utilizado no Brasil, é o controle biológico a partir da vespinha (*Cotesia flavipes*), parasitoide larval que se alimenta da broca-da-cana.

Fungos fitopatogênicos como o *Fusarium moniliforme* e *Colletotrichum falcatum* causam a podridão na cana-de-açúcar. A penetração de *C. falcatum* não ocorre necessariamente, por meio das lesões no colmo, pois o patógeno tem a capacidade de infecção autônoma; enquanto o *F. moniliforme* somente consegue penetrar nos tecidos de colmos por meio de lesões, seja por ferimentos ou pelo orifício ocasionado pelo ataque da broca da cana (MATSUOKA, 2016). Embora apresentem algumas diferenças, ambas as podridões, causam grandes danos na indústria, pois, os colmos e tecidos secam (não há caldo para ser extraído), além de que nos tecidos contaminados ocorre inversão de sacarose.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

Realizar um levantamento da ocorrência de podridões em cinco variedades de cana-de-açúcar cultivadas na Paraíba.

1.1.2 Objetivos específicos

- Realizar isolamento dos possíveis patógenos causadores de podridões em diferentes variedades de cana-de-açúcar
- Identificar dentre as variedades avaliadas quais apresentam maior resistência a podridões no colmo.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Importância da cana-de-açúcar

A cana-de-açúcar, *Saccharum officinarum* L., é uma gramínea (Família: Poaceae) que tem sido cultivada desde a pré-história. Provavelmente, seu centro de origem é a Polinésia, e suas espécies foram disseminadas por todo o Sudeste Asiático. O cultivo comercial de cana-de-açúcar e de suas variedades ocorre em mais de 70 países e territórios. Brasil, Índia e China são os maiores produtores. O início da indústria açucareira no Brasil se deu em meados do século XIV, início do período colonial, quando foram introduzidas no país mudas de cana-de-açúcar provenientes da Ilha da Madeira, Portugal (NOCELLI, 2017).

Ainda segundo Nocelli (2017), no Brasil, o cultivo está largamente relacionado ao desenvolvimento econômico, e o país é responsável por 61,8% das exportações mundiais de açúcar. O Brasil é o segundo maior produtor mundial de etanol, atrás apenas dos Estados Unidos, que produz etanol a partir do milho (ÚNICA, 2015 *apud* NOCELLI, 2017).

A localização das usinas pelo Brasil se concentra na Zona da Mata, na região Nordeste; e no estado de São Paulo, na região Sudeste. Em geral, as áreas de cultivo da cana-de-açúcar localizam-se num raio de 25 km das usinas, em média, devido ao custo do transporte (A PRODUÇÃO, 2009?).

Dados da safra 2016/2017 comprovam que no Nordeste, o maior produtor da cultura é o estado de Alagoas, seguido por Pernambuco e Paraíba, respectivamente (CONAB, 2017).

A cana-de-açúcar é o produto agrícola mais produzido na Paraíba, com registros da última safra a produtividade média foi de 44.327 kg/ha, com uma produção de 5.532,5 mil toneladas (IBGE, 2017). O levantamento atual apontou para uma produtividade de 46.119 kg/ha e uma produção total de 5.787,1 mil toneladas, um aumento de 4,6% na produção (CONAB, 2017). A cidade paraibana que mais produziu cana-de-açúcar em 2013 foi Santa Rita, a lista segue com Pedras de Fogo, Sapé e Rio Tinto. No entanto, dados mais recentes mostram déficit na produção, por conta de problemas climáticos (CANA-DE-AÇÚCAR, 2014).

As unidades produtivas da Paraíba, no geral, apresentam o direcionamento da moagem em 29,6% para produção de açúcar e os 70,4% para o etanol total, estes, distribuídos em: 46,7% para o etanol anidro e 23,7% para etanol hidratado (CONAB, 2017).

A Paraíba conta com cerca de 1800 fornecedores de cana-de-açúcar, que enviam sua produção para sete usinas (Japungu, Giasa, Miriri, Pemel, Agroval, Monte Alegre e Tabu) em funcionamento na presente safra, no estado. Fornecedores estes, espalhados pelos 26 municípios onde existe cana-de-açúcar. Atualmente 75,48% dos fornecedores de cana-de-açúcar classificam-se como micro produtores, com uma produção de até 1000 (mil) toneladas de cana (USINAS PARAIBANAS, 2017).

Um censo varietal de cana-de-açúcar plantadas na Paraíba na colheita da safra 2012/2013, demonstrou que, nesse estado, as variedades RB 92 579 e RB 86 7515, correspondiam a mais de 50% das variedades plantadas ASPLAN (2014). Essas duas variedades estão entre as cinco variedades RB mais plantadas em todo o país. As variedades RB (República do Brasil) são resultantes do Programa Nacional de Melhoramento da Cana-de-açúcar – PLANALSUCAR, criado pelo extinto Instituto do Açúcar e Alcool (IAA), que a partir de 1990 ficou sob a responsabilidade de uma rede de Universidades Federais, que a partir de então criaram a RIDESA (Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor Sucroenergético) para a continuidade das pesquisas no desenvolvimento de cultivares RB (DAROS, OLIVEIRA e BARBOSA, 2015).

2.2 Doenças na cana-de-açúcar

Segundo Demetrio (2008), como fator limitante à produção sucroalcooleira estão os danos causados por insetos na cultura, com perdas que ultrapassam U\$500.000.000 anualmente. Os danos econômicos são muito variáveis, dependendo da idade do canavial, do local da infestação, do nível da infestação e da variedade.

Algumas doenças, que acometem a cana-de-açúcar, embora bastante conhecidas, ainda são pouco estudadas, e as informações sobre os métodos de controle ou erradicação da doença ainda são mínimos, talvez até insuficientes. Daí, surge a necessidade de mais estudos na área de fitopatologia na cana, principalmente, em regiões específicas, como a paraibana (estudada no presente trabalho), visto que cada região tem características diferentes de solo e clima.

No que se refere às doenças provocadas por pragas, Machado e Habib (2009), afirmaram que, faz-se necessário lançar mão do uso de produtos tóxicos ao homem e outros organismos vivos não alvo, resultando, desta forma, em problemas ambientais e elevando o custo da produção.

Esse fator salienta ainda mais a necessidade de novas pesquisas na área, em busca de novas alternativas de controle de algumas pragas, formas estas, que não prejudiquem o manipulador nem o solo, e nem aumente os custos de produção.

A praga que precede as duas podridões estudadas no presente trabalho, broca-da-cana, causa prejuízos de forma indireta, ao deixar aberturas (orifícios e galerias) que permitem entrada dos fungos *Colletotrichum falcatum* Went e *Fusarium moniliforme* J.L. Sheldon, que invertem a sacarose em glucose, diminuindo a pureza do caldo e o peso do açúcar (GALLO *et al.*, 1988 *apud* DEMETRIO; ZONETTI; MUNHOZ, 2016).

No complexo broca/podridões, a interação da broca com microrganismos invasores intensifica a formação de metabólitos que afetam negativamente a fermentação alcoólica, pois os colmos atacados aportam substâncias inibidoras do processo fermentativo (ácidos orgânicos voláteis, compostos fenólicos), que influenciam a morfologia celular, conversão do açúcar em álcool, reduzindo a eficiência fermentativa e rendimento industrial (BLUMER, 1992 *apud* FIGUEIREDO; MACIEL; MARQUES, 2008).

De acordo com Matsuoka (2016), os sintomas de algumas doenças na cana-de-açúcar ocorrem na folha, na bainha, no cartucho foliar ou ponteiro, no colmo, no tolete de plantio e na raiz; e isso permite uma primeira triagem. Nas doenças analisadas no presente trabalho, as partes da planta que emitem sintomas são mais bem abordadas nas próximas seções.

Sobre as podridões (vermelha e de *Fusarium*) da cana-de-açúcar, avaliadas neste trabalho Matsuoka, 2016, afirma que o controle é feito por meio do uso de variedades resistentes e o controle da broca-da-cana-de-açúcar. Além dessas práticas, atualmente no manejo das podridões são utilizados fungicidas no tratamento dos toletes, obtendo resultados eficientes, para a eliminação dos esporos superficiais e proteção dos toletes na fase inicial de germinação (TOKESHI; RAGO, 2005). No entanto, não existem produtos registrados para essas doenças na cana-de-açúcar (MAPA, 2017). É comum a utilização de produtos indicados para outros patógenos, o que consequentemente pode levar a resistência do patógeno ao produto. Além disso, essa prática utilizada de forma irracional promove efeitos devastadores no ambiente e na saúde, como a contaminação de alimentos, do solo, da água e dos animais; a intoxicação dos agricultores; a resistência de patógenos, de pragas e plantas invasoras a certos princípios ativos dos agrotóxicos (MORANDI e BETTIOL, 2009).

2.2.1 Podridão Vermelha

O agente causal desta podridão é o fungo fitopatogênico *Colletotrichum falcatum* Went, o qual não precisa, obrigatoriamente, de furos ou machucaduras na cana-de-açúcar para atacá-la. A Podridão Vermelha se manifesta de duas formas na cana-de-açúcar, sobre as folhas e no interior dos colmos.

Segundo Nechet, Ramos e Vieira (2016), embora a podridão só ocorra quando o ataque é nos colmos das plantas, os sintomas em folhas não ocasionam podridão, mas teoricamente podem ser fonte de inóculo para a infecção em outras partes da planta.

Nas folhas, as lesões estão restritas à nervura central, sob a forma de manchas alongadas de coloração vermelho-amarronzada, quem mais tarde ficam com centro claro; nessas lesões, o fungo esporula, dando origem ao inóculo que irá infectar os colmos (SANGUINO, 2009?). Nos colmos é onde a doença provoca os maiores prejuízos, causando uma podridão avermelhada, inicialmente, com “ilhas” brancas transversais, tornando-se marrom-claro nas infecções mais avançadas. O sintoma do colmo somente é visível, cortando-o longitudinalmente (MATSUOKA, 2016).

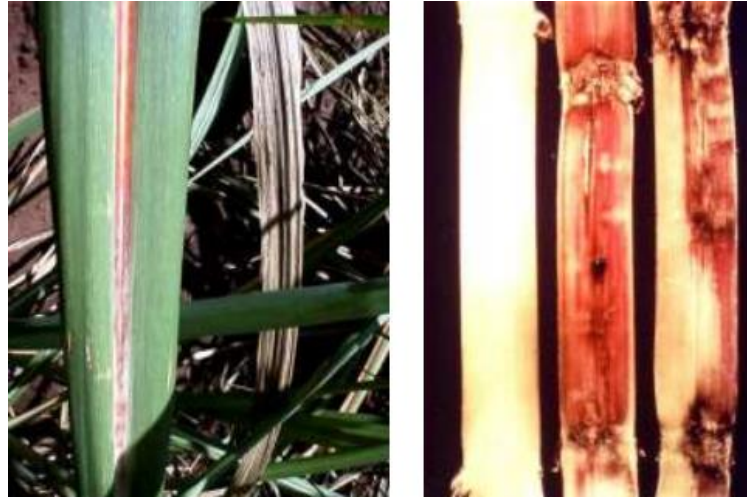
Na região nodal aparecem áreas necrosadas, com borda definida, que evoluem rapidamente até a completa necrose do entrenó, que passa a exibir coloração pardo-escura e acérvulos do fungo. Nas bandas transversais brancas, característica da podridão-vermelha, o fungo cresce livremente e pode ser isolado com facilidade (TOKESHI; RAGO, 2005).

Os conídios produzidos nos acérvulos estão envolvidos por uma matriz gelatinosa constituída de polissacarídeos e proteínas solúveis em água. Essa matriz, provavelmente, protege os conídios da dissecação, aumentando a eficiência de germinação e penetração no tecido hospedeiro (MENEZES, 2006).

De acordo com Sanguino (2009?), os agentes naturais, chuva e ventos, são os principais disseminadores da doença, pois, a esporulação em acérvulos do *C. falcatum*, necessita da ação da água ou orvalho para liberar os seus conídios da mucilagem que os prende, e carrega-los até a região das gemas no colmo, onde se dá a penetração. O vento é o agente disseminador para longas distâncias.

Na figura 1, observam-se os sintomas da podridão vermelha na folha e no colmo da cana-de-açúcar.

Figura 1 – Sintomas da podridão Vermelha na folha e colmo da cana-de-açúcar.



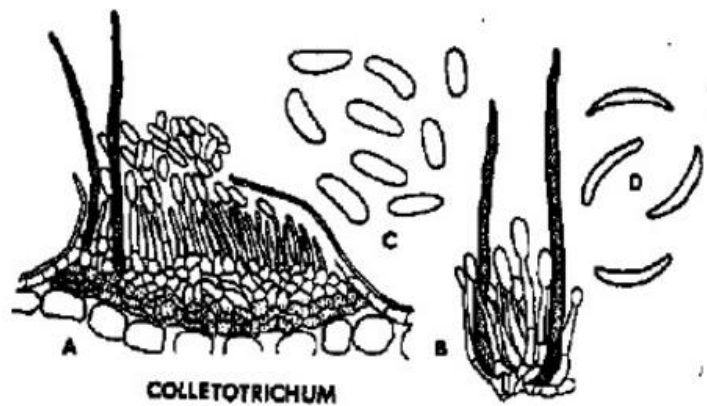
Fonte: SANGUINO (2009?).

Em variedades mais suscetíveis, essa podridão pode causar seca de grande parte ou de todo o colmo (MATSUOKA, 2016). O grande prejuízo ocorre nas indústrias, pois, quando os tecidos são afetados, há inversão de sacarose e, em tecidos ou colmos secos, claramente não há caldo para ser obtido. Além de favorecer a infecção de dornas de fermentação e prejudicar na coloração do açúcar.

Seguem, segundo Tokeshi e Rago, 2005, algumas características do *C. falcatum*, que corresponde na fase perfeita, a *Glomerella tucumanensis*. Produz acérvulos sub-epidérmicos eruptivos com setas retas ou tortuosas, pardo-escuras, septadas, abundantes e facilmente visíveis com lupa manual. Na base das setas estão conidióforos curtos, simples hialinos, com conídios falcados (acanoados) unicelulares, hialinos, granulosos e envoltos em massa gelatinosa que dá ao conjunto tom levemente rosado. Os ascósporos são hialinos, unicelulares, retos ou ligeiramente fusóides (Figuras 2 e 3).

Figura 2 – Ilustração de estruturas do fungo *C. falcatum* (original de cultura).

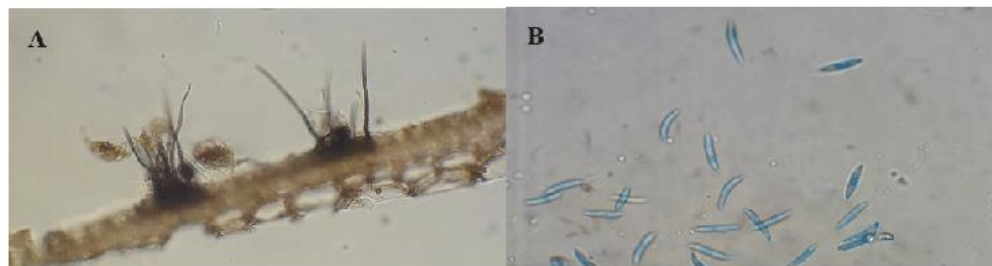
- (A) seção de acervulus do slide preparado; (B) conidióforos, conídios e seta de cultura;
(C) conídios; (D) conídios de *C. graminicola*.



Fonte: BARNETT; HUNTER, (1998).

Figura 3 – Morfologia microscópica do *C. falcatum* em folha de cana-de-açúcar.

(A) Acérvulo do fungo com setas. (B) Conídios falcados e coloridos com azul de algodão.



Fonte: NECHET, RAMOS e VIEIRA (2016).

2.2.2 Podridão de *Fusarium*

O agente causal da podridão de *Fusarium* (também chamada de Fusariose) como indicado pelo próprio nome é o fungo fitopatogênico *Fusarium moniliforme*, que só infectam a cana a partir de lesões no colmo, pois não têm a capacidade de infecção autônoma (MATSUOKA, 2016); o sintoma característico é o tecido interno do colmo com coloração avermelhada, porém, diferente da podridão citada anteriormente, o vermelho é mais intenso e contínuo, sem “ilhas” brancas.

Segundo Tokeshi e Rago (2005), na podridão de *Fusarium*, os tecidos juntos ao orifício sofrem inversão de sacarose, apresentam coloração vermelho-escuro, quase negra, recobrendo alguns milímetros dos tecidos da cavidade ou se estendendo a maiores profundidades do entrenó, no caso de variedades suscetíveis. Através dos feixes vasculares, podem acometer vários entrenós abaixo e acima do orifício causado pela broca.

A Podridão de Fusarium também se manifesta nas folhas e colmos da cana-de-açúcar. De acordo com Matsuoka (2016), esse mesmo fungo pode causar o sintoma *pokkah-boeng*, que se manifesta como manchas cloróticas e esbranquiçadas grandes e irregulares na base das folhas do cartucho, ou seja, acima da bainha, tomam toda a largura da folha, e podem apresentar lesões marrom-avermelhadas, causando com isso rompimento do tecido e deformação; em estado avançado essas lesões encurtam as folhas, as tornam distorcidas, espiraladas e até matam o ponteiro.

Esse sintoma é bastante confundido com a deficiência de boro e podem na maioria das vezes, estarem ligados a este fator (SANGUINO, 2009?). Na figura 4, encontra-se imagem do sintoma da podridão de Fusarium nas folhas (*pokkah-boeng*). Assim como a podridão Vermelha, esta podridão causa os mesmos prejuízos na indústria.

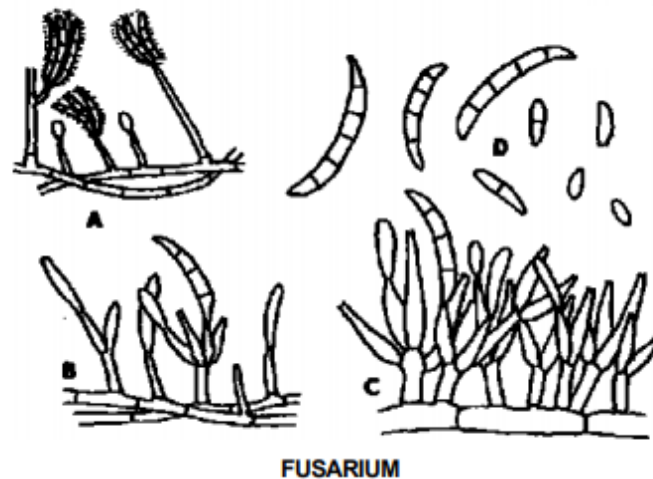
Figura 4 – Sintoma da podridão de Fusarium na folha da cana: *pokkah-boeng*.



Fonte: SANGUINO (2009?).

Seguem, segundo Tokeshi e Rago (2005), algumas características do *F. moniliforme*, fase imperfeita, que corresponde na fase assexuada, a *Gibberella fujikuroi*. Produz grandes números de microconídios, poucos macroconídios e raramente produz clamidósporos; os microconídios são formados em cadeia e os macroconídios em esporodóquios. E segundo Barnett e Hunter (1998) outras características são: micélio extenso e de algodão em cultura, muitas vezes com algum tom de rosa, roxo, ou amarelo no meio do micélio; conidióforos variáveis, delgados e simples, ou robustos, curtos, ramificado de forma irregular ou com uma fibra de frascos, solteira ou agrupada em esporodóquio (Figuras 5 e 6).

Figura 5 – Ilustração de estruturas do fungo *F. moniliforme* (original de cultura).
 (A) hifas com conidióforos simples; (B) vários conidióforos; (C) um esporodóquio solto formado por conidióforos ramificados; (D) conídios.



Fonte: BARNETT; HUNTER, (1998).

Figura 6 – Morfologia do *Fusarium spp* visualizadas em microscópio óptico.



Fonte: ELMER (2001).

De acordo com Tokeshi e Rago (2005), como a maioria das variedades de cana-de-açúcar é portadora desse patógeno sem expressar sintomas, o controle é feito, quase que exclusivamente, com variedades tolerantes.

3 METODOLOGIA

3.1 Considerações Gerais

A pesquisa foi desenvolvida no período de setembro de 2016 a outubro de 2017 no Laboratório de Microbiologia e Laboratório de Tecnologia Sucroalcooleira do Centro de Tecnologia e Desenvolvimento Regional (CTDR), pertencentes à Universidade Federal da Paraíba (UFPB).

3.1.1 Obtenção das variedades de Cana-de-açúcar

As variedades utilizadas foram cedidas pela ASPLAN (Associação dos Plantadores de Cana da Paraíba) para o levantamento do presente trabalho. As características de cada variedade estão representadas na Tabela 1.

Tabela 1 – Características das variedades de cana-de-açúcar cultivadas na Paraíba e avaliadas no presente trabalho.

| VARIETADES | CARACTERÍSTICAS GERAIS E AGROINDUSTRIAIS |
|------------|--|
| RB 86 3129 | Maturação precoce média, médio teor de sacarose, alta produtividade agrícola, tolerante ao estresse hídrico, excelente sanidade e boa brotação em cana-planta e em soqueiras. |
| RB 86 7515 | Desenvolvimento rápido, hábito de crescimento ereto, pouca cera. Alto teor de sacarose e alta produtividade agrícola, responsiva a maturador podendo ser cortada em início de safra. Excelente desempenho em solos de textura arenosa. |
| RB 92 579 | Desenvolvimento lento, colmo de aspecto manchado, pouca cera. Ótimo perfilhamento e brotação de socaria, altíssima produtividade agrícola, elevado ATR (açúcares totais recuperáveis) e rápida recuperação ao estresse hídrico (seca). |
| RB 93 1003 | Rápido desenvolvimento, colmo de aspecto manchado, com pouca cera. Alta produtividade agrícola em diversos estágios de cultivo (planta, soca e ressoça), tolerante à seca. |
| RB 00 2754 | Rápido desenvolvimento, hábito de crescimento ereto, diâmetro do colmo grosso, com muita cera. Alta produtividade, maturação de precoce a média, alto teor de sacarose, médio teor de fibra, baixa restrição de exigências em ambientes. |

Fonte: Adaptado de DAROS, OLIVEIRA e BARBOSA (2015).

3.1.2 Isolamento dos agentes causadores das podridões do colmo: *Fusarium* spp. e *Colletotrichum* spp.

Colmos de cana-de-açúcar apresentando ou não sintomas de perfuração e podridão foram utilizados para obtenção dos isolados de *Fusarium* spp. e *Colletotrichum* spp., inicialmente, foram lavados com água e sabão para retirar sujidades grosseiras.

Foram retirados fragmentos da área limítrofe entre o tecido sadio e o doente, como mostra a Figura 7, que foram tratados e inoculados em meio de cultura BDA, para isolar os microrganismos causadores das respectivas podridões nas variedades. Também foram coletados fragmentos sadios, para servir como controle.

Figura 7 – Fragmentos sadios e doentes da variedade RB-86 7515



Fonte: Próprio Autor (2017).

Para confirmação da presença do patógeno nas amostras de cana-de-açúcar, estas foram submetidas ao isolamento indireto de fungos dos tecidos (ALFENAS *et al.*, 2007). Em seguida foi feita a desinfestação superficial em álcool 70% por 30 segundos, hipoclorito de sódio 2% por um minuto e lavagem em água destilada esterilizada, dispostos em papel filtro esterilizado para secar, seguido do plaqueamento em meio de cultura Batata-Dextrose-Ágar (BDA), acrescido de antibiótico (Tetraciclina) na dose 0,05 g/L. As placas foram mantidas à temperatura de, aproximadamente, 27°C, durante sete dias, seguida da identificação com o auxílio de um microscópio óptico e visualização das características morfológicas, tais como estruturas reprodutivas (esporos), culturais como pigmentação e estrutura do micélio.

3.1.3 Preparação de lâminas microscópicas temporárias

Para a confirmação do agente causal da podridão em variedades de cana-de-açúcar, foram utilizadas lâminas microscópicas de vidro para a visualização de estruturas vegetativas

e reprodutivas dos fitopatógenos onde foi adicionada uma gota do corante Lactofenol (azul de algodão) sobre a lâmina. Com o auxílio de fita adesiva transparente, pressionou-se sobre a colônia dos isolados por alguns segundos e, posteriormente foi posto sobre a gota do corante, e a lâmina foi conduzida ao microscópio óptico para a visualização das características morfológicas e posterior comparação com a literatura.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para as cinco variedades de cana-de-açúcar cultivadas na Paraíba avaliadas no presente trabalho, inicialmente, foram observados os sintomas externos e internos dos colmos.

4.1 Avaliação dos sintomas externos e internos exibidos nos colmos de cana-de-açúcar

Após a lavagem inicial para retirar as sujidades grosseiras dos colmos selecionaram-se colmos doentes com presença de furos ou rachaduras causadas pela broca-da-cana-de-açúcar e aparentemente sadios quando não apresentavam esses sintomas, como pode ser observado na Figura 8, sendo utilizada a variedade RB-93 1003.

Figura 8 – Colmos da variedade RB-93 1003.

(A) com sintomas externos (B) externamente sadias.



Fonte: Próprio Autor (2017).

Após a avaliação externa, os colmos foram abertos longitudinalmente, pois, só com esse corte, pode-se confirmar a presença da doença e analisar os seus sintomas internos.

A avaliação dos sintomas internos do colmo consistia em, de acordo com a literatura já explicitada, diferenciar as variedades que apresentavam sintoma de podridão Vermelha ou de Fusarium. Na Figura 9, vê-se para cada variedade os sintomas internos.

Figura 9 – Sintomas internos de cada variedade avaliada.



RB-86 7515



RB-86 3129



RB-93 1003



RB-00 2754



RB-92 579

Fonte: Próprio Autor (2017).

Ao analisar os sintomas acima, não foi possível diferenciar os sintomas que ocorrem em cada variedade e caracterizá-los como da podridão Vermelha ou de Fusarium, pois, como pode-se observar na Figura 9, ocorrem diversas intensidades na infecção, onde as infecções recentes apresentam o tecido avermelhado e infecções mais antigas já apresentam o tecido vermelho escuro e em estágio de necrose. No entanto, pode-se observar a formação do “complexo broca-podridão” (indicados pelas elipses na Figura 9), que é característica da podridão de Fusarium.

Não foi analisado nenhum colmo aparentemente sadio, que ao ser cortado longitudinalmente apresentasse sintomas da doença (característico de podridão Vermelha). O que levanta a hipótese de que os colmos avaliados estivessem infectados por *F. moniliforme*. Porém esta hipótese só pode ser confirmada a partir do isolamento e posterior análise microscópica.

4.2 Avaliação microscópica dos microrganismos isolados

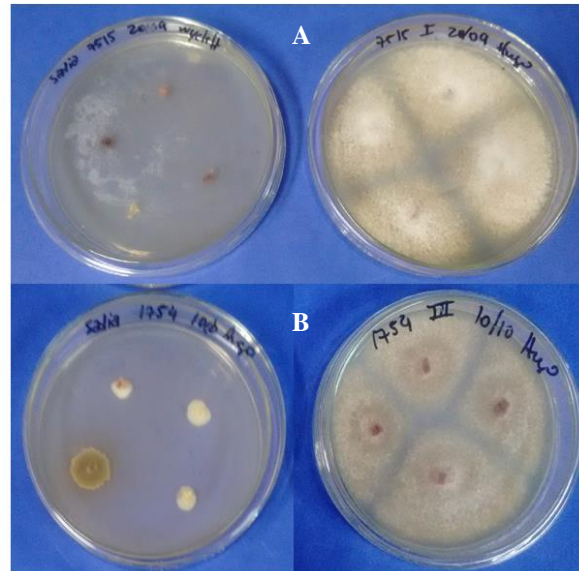
Através da técnica de isolamento indireto, verificou-se que o agente causador da doença apresentou crescimento rápido e coloração róseo a púrpura (Figura 10), típicas dos aspectos gerais do gênero *Fusarium* que é caracterizado pelo seu crescimento rápido (sete dias), colônias com coloração pálida ou colorida (violeta à purpura escuro ou do creme à laranja) (DOMSCH et al., 1980).

Patógenos como *Fusarium* são classificados como necrotróficos, ou seja, destroem os tecidos vegetais por meio da ação de toxinas ou enzimas que promovem a lise e morte da célula hospedeira, permitindo o acesso a nutrientes e o crescimento do patógeno (AGRIOS, 2005). Geralmente tais patógenos têm capacidade de sobreviver por longos períodos nesse ambiente por meio da formação de estruturas de resistência, as quais garantem condições ideais na ausência da planta hospedeira. Na cana-de-açúcar ocasiona a podridão-vermelha do colmo, reduzindo o teor de açúcar nos colmos devido à inversão da sacarose armazenada na planta, e, como consequência ocasiona a contaminação do caldo, prejudicando assim a qualidade dos produtos (DINARDO-MIRANDA, 2008).

Além da coloração do micélio, outro aspecto observado em microscópio óptico foram as características morfológicas das estruturas vegetativas e reprodutivas (esporos) do fungo (Figura 11).

Figura 10 – Aspectos das colônias isoladas, e controle de fragmentos sadios.

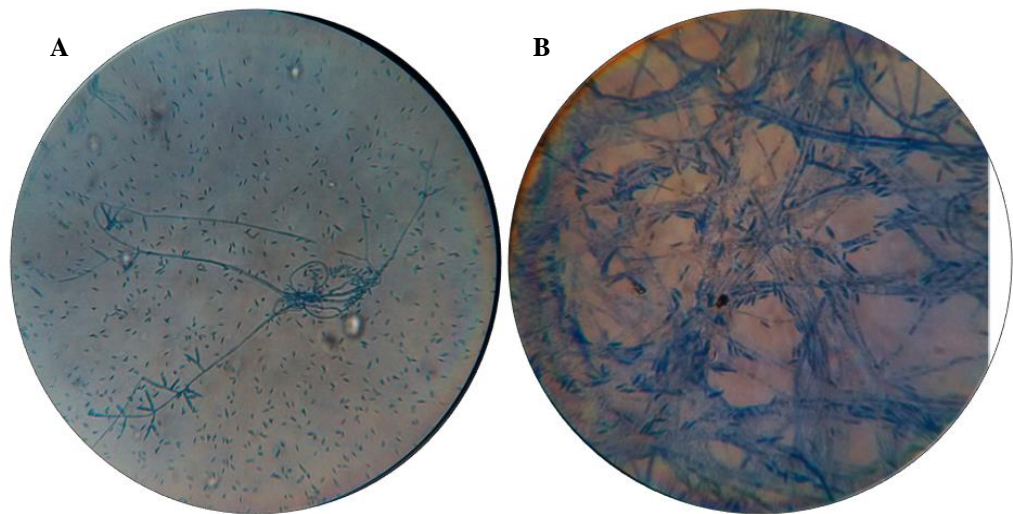
(A) variedade RB-86 7515; (B) variedade RB-00 2754.



Fonte: Próprio Autor (2017).

Figura 11 - Estruturas do microrganismo isolado na variedade RB-00 2754.

(A) aumento de 40x; (B) aumento de 100x.



Fonte: Próprio Autor (2017).

Na figura 11(A), veem-se vários conidióforos e conídios. Há ausência de acérvulos, característicos de *C. falcatum*. Na figura 11(B), veem-se os conídios característicos de *F. moniliforme*. Essas mesmas características foram observadas em todas as variedades avaliadas. As estruturas encontradas nas outras variedades analisadas encontram-se no Apêndice A.

A constatação desse patógeno nas cinco variedades que são amplamente cultivadas na Paraíba e foram avaliadas no presente estudo apontam a necessidade de pesquisas envolvendo o melhoramento genético e desenvolvimento de variedades capazes de tolerar a doença, uma

vez que pode acarretar sérios prejuízos ao produtor e conseqüentemente à indústria principalmente pela inversão de sacarose, o que diminui o rendimento no processamento da cana. São frequentes os relatos de perdas de 50% a 70 % de sacarose em colmos atacados simultaneamente pelo fungo e pela broca-da-cana, pois ao perfurar o colmo ela abre caminho para a entrada do fungo (SANTIAGO e ROSSETTO, 2010).

Como relatado anteriormente, essa doença vem sendo controlada equivocadamente com o uso de fungicidas não recomendados para a cana-de-açúcar, o que pode resultar em resistência do patógeno ao produto e permanência no ambiente, haja vista sua ocorrência em todas as variedades avaliadas.

Desta forma, pesquisas que envolvam práticas alternativas como a utilização de microrganismos antagonistas, utilizados no controle biológico são de suma importância pois não contaminam o ambiente tampouco o aplicador.

Recentemente, um estudo no Brasil avaliando diferentes isolados de *Metarhizium* spp., fungo entomopatogênico comumente utilizado no controle biológico da cigarrinha da cana-de-açúcar *Mahanarva posticata* demonstrou a capacidade de antagonismo aos fitopatógenos *Colletotrichum falcatum* e *Fusarium moniliforme* causadores das podridões da cana-de-açúcar (SIQUEIRA, 2016).

Outros estudos com a espécie *Metarhizium robertsii* e o fitopatógeno, *Fusarium solani*, causador da podridão da raiz de feijão (SASAN e BIDOCHKA, 2013) e as espécies *M. brunneum*, *M. robertsii* e *M. flavoviridae* ao fitopatógeno *Fusarium culmorum* (KEYSER; THORUP-KRISTENSEN; MEYLING, 2014) demonstraram antagonismo *in vitro* sobre os patógenos testados.

Além da utilização de antagonistas no controle biológico das podridões da cana-de-açúcar a utilização de mudas saudáveis, e a adoção de vistorias periódicas e a eliminação de plantas doentes são fundamentais para a redução dos prejuízos.

5 CONCLUSÃO

Ao fim do levantamento, conclui-se que todas as cinco variedades analisadas apresentaram infecção causada por *Fusarium moniliforme*. Sendo assim, estas variedades não demonstraram resistência à podridão de Fusarium. No entanto, como este patógeno precisa dos orifícios causados pela broca-da-cana-de-açúcar, controlando essa praga, a doença também pode ser controlada.

Não foram encontradas estruturas morfológicas (vegetativas ou reprodutivas) de *Colletotrichum falcatum* em nenhuma das cinco variedades analisadas.

6 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

- Como o estudo da capacidade antagônica de *Metarhizium* spp. à fitopatógenos é recente e vem demonstrando resultados promissores, aliado à sua produção e ampla utilização na Paraíba para o controle da cigarrinha da cana-de-açúcar pesquisas acerca de microrganismos antagonistas que possam ser utilizados como controladores biológicos das podridões nas diversas variedades de cana-de-açúcar seriam extremamente importantes.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A PRODUÇÃO de cana-de-açúcar no Brasil (e no mundo). NOVACANA.COM. [2009?]. Disponível em: < <https://www.novacana.com/cana-de-acucar/producao-cana-de-acucar-brasil-e-mundo/#producao-pelo-mundo>>. Acesso em: 27 jul. 2017.

AGRIOS, G. N. Plant Pathology. Ed. 5, Elsevier, 2005, San Diego.

ALFENAS, A. C.; FERREIRA, F. A.; MAFIA, R. G.; GONÇALVES, R. C. Isolamento de fungos patogênicos. In: ALFENAS, A. C.; MAFIA, R. G. (Eds.). **Métodos em Fitopatologia**. 2. ed, Viçosa, MG: Ed. UFV, 2007. cap. 2, p. 53-91.

ASSOCIAÇÃO DE PLANTADORES DE CANA DA PARAÍBA – ASPLAN. Técnicas agrícolas sustentáveis para o cultivo da cana-de-açúcar. (Manual de Orientação). João Pessoa, PB, 2014.

BARNETT, H. L.; HUNTER, B. B. Illustrated genera of imperfect fungi. 4th ed. St. Paul, Minn.: APS Press, 1998.

CANA-DE-AÇÚCAR é o produto agrícola mais produzido na PB, aponta IBGE. G1 PB. 2014. Disponível em:<<http://g1.globo.com/pb/paraiba/noticia/2014/12/cana-de-acucar-e-o-produto-agricola-mais-produzido-na-pb-aponta-ibge.html>>. Acesso em: 24 jul. 2017.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. Acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar. V. 4 – Safra 2017/18, n. 2, segundo levantamento, agosto de 2017, Brasília, 2017. Disponível em: < http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_08_24_08_59_54_boletim_cana_p_ortugues_-_2o_lev_-_17-18.pdf>. Acesso em: 19. Set. 2017.

DAROS, E.; OLIVEIRA, G. A. de; BARBOSA, G. V. de. (Org.). 45 anos de variedades RB de cana-de-açúcar: 25 anos de Ridesa. Curitiba: Ed. Graciosa, 2015.

DEMETRIO, P.A.; ZONETTI, P.C.; MUNHOZ, R.E.F. Avaliação de clones de cana-de-açúcar promissores RBs quanto à resistência à broca-da-cana (*diatraea saccharalis*) na região noroeste do Paraná. CESUMAR, Maringá, 2008, v. 10, n.1, p. 13-16.

DINARDO-MIRANDA, L. L.; Pragas. In: DINARDO-MIRANDA, L. L.; VASCONCELOS, A. C. M.; LANDELL, G. A. (Eds.). **Cana-de-açúcar**, Campinas: Instituto Agrônômico, cap. 17, p. 349-404, 2008.

DOMSCH, K. H; GAMS, W.; ANDERSON, T. H. **Compendium of soil fungi**. Academic Press, 1980, New York.

ELMER, W. H. The economically important diseases of asparagus in the U.S. American Phytopathological Society – APS. 2001. Disponível em: <<http://www.apsnet.org/publications/apsnetfeatures/Pages/DiseasesofAsparagus.aspx>>. Acesso em: 08 nov. 2017.

FIGUEIREDO, I. C.; MACIEL, B. F.; MARQUES, M. O. A qualidade da cana-de-açúcar como matéria-prima para produção de álcool. Nucleus, edição especial, Ituverava, 2008. p. 82-92.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Produção agrícola municipal. http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/66/pam_2014_v41_br.pdf. Acesso em: 30 nov. 2017.

KEYSER, C. A.; THORUP-KRISTENSEN, K.; MEYLING, N.V. *Metarhizium* seed treatment mediates fungal dispersal via roots and induces infections in insects. Fungal Ecology, London, v. 11, p. 122-133, 2014.

MACHADO, L. A.; HABIB, M. Perspectivas e impactos da cultura de cana-de-açúcar no Brasil. 2009. Artigo em Hypertexto. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2009_2/Cana/index.htm>. Acesso em: 09 ago. 2017.

MATSUOKA, S. Manejo de doenças e medidas de controle. In: SANTOS, F.; BORÉM, A. (Eds.). **Cana-de-açúcar: do plantio à colheita**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2016. cap. 5, p. 108-138.

MENEZES, M. Aspectos biológicos e taxonômicos de espécies do gênero *Colletotrichum*. Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica, Recife, vol. 3, p.170-179, 2006.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Cana-de-açúcar. Brasília, setembro 2017. Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 08 nov. 2017

MORANDI, M. A. B.; BETTIOL, W. Controle biológico de doenças de plantas no Brasil. In: BETTIOL, W.; MORANDI, M. A. B. (Eds.). **Biocontrole de doenças de plantas: uso e perspectivas**. Jaguariúna: Embrapa Meio ambiente, 2009. Cap. 1, p. 7-14.

NECHET, K. de L.; RAMOS, N. P.; VIEIRA, B. de A. H. Identificação de doenças fúngicas foliares emergentes em cana-de-açúcar. Comunicado Técnico, EMBRAPA. Jaguariúna, São Paulo, 2016. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/154634/1/2016CT04.pdf>>. Acesso em: 05 out. 2017.

NOCELLI, R. C. F.; ZAMBON, V.; SILVA, O. G. M. da; MORINI, M. S. de C. Histórico da cana-de-açúcar no Brasil: contribuições e importância econômica. In: FONTANETTI, C. S.;

BUENO, O. C. (Org.). **Cana-de-açúcar e seus impactos: uma visão acadêmica**. Bauru, SP: Ed. Canal 6, 2017. cap. 1, p. 13-30.

PINTO, A. de S.; LOPES, V. L.; LIMA, A. A. de. Manejo de pragas. In: SANTOS, F.; BORÉM, A. (Eds.). **Cana-de-açúcar: do plantio à colheita**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2016. cap. 4, p. 94-107.

RODRIGUES, L. D. A cana-de-açúcar como matéria-prima para a produção de biocombustíveis: Impactos ambientais e o zoneamento agroecológico como ferramenta para mitigação. 2010. 64 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Análise Ambiental) – Faculdade de Engenharia, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2010.

SANGUINO, A. As principais doenças da cana-de-açúcar: Curso Tópico da Cultura de Cana IAC. ASAS – Álvaro Sanguino Assessoria, Planejamento e Consultoria Ltda, Piracicaba, SP. [2009?]. Disponível em: <http://www.infobibos.com/cursocana/alunos/aulas/Aula9/Aula_9.pdf>. Acesso em: 03 out. 2017.

SANTIAGO, A. D.; ROSSETTO, R. Doenças fúngicas. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_79_22122006154841.html>. Acesso em: 08 nov. 2017.

SASAN, R. K.; BIDOCHKA, M. J. Antagonism of the endophytic insect pathogenic fungus *Metarhizium robertsii* against the bean plant pathogen *Fusarium solani* f.sp. *phaseoli*. Canadian Journal of Plant Pathology, Ottawa, v.35, n. 3, p. 288-293, 2013.

SIQUEIRA, A. C. O. Uso de *Metarhizium* spp. Na produção de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar e seus efeitos na planta, em pragas e doenças. Dissertação (Mestrado), Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – ESALQ, Piracicaba, 2016. 94p.

TOKESHI, H.; RAGO, A. Doenças da cana-de-açúcar. In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A. (Eds.). **Manual de Fitopatologia**. 4.ed. v. 2, São Paulo, SP: Ed. Agronômica Ceres Ltda., 2005. cap. 21, p.185-196.

UNIÃO DA AGROINDÚSTRIA CANAVIEIRA DO ESTADO DE SÃO PAULO – ÚNICA. Notícias do setor: PIB do setor sucroenergético gerou mais de R\$ 113 bilhões em 2015. São Paulo, 2016. Disponível em: <<http://www.unica.com.br/noticia/705197392033158412/pib-do-setor-sucroenergetico-gerou-mais-de-r-por-cento24-113-bilhoes-em-2015/>>. Acesso em: 07 jun. 2017.

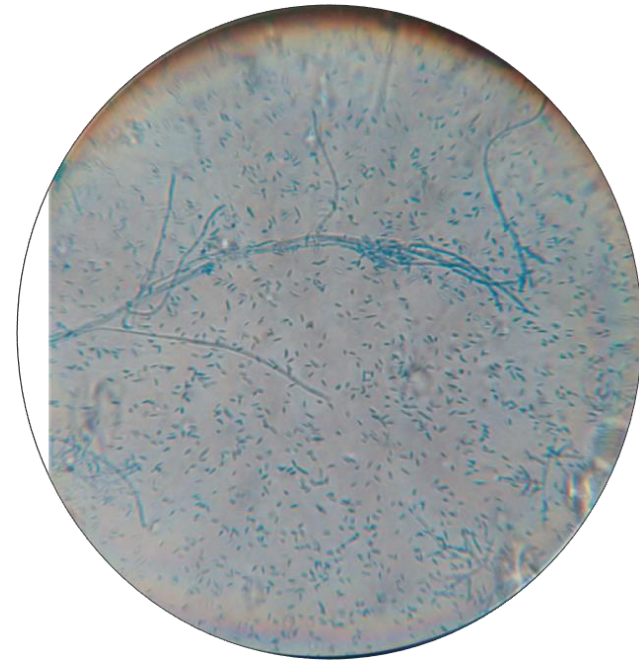
USINAS PARAIBANAS começam safra 2017/2018 e Asplan prepara fiscais para acompanhar a moagem. Associação dos Plantadores de Cana da Paraíba – ASPLAN, 2017. Disponível em: <<http://asplanpb.com.br/2017/07/27/usinas-paraibanas-comecam-safra-20172018-e-asplan-prepara-fiscais-para-acompanhar-moagem/>>. Acesso em: 29 nov. 2017.

APÊNDICES

APÊNDICE A - Estruturas dos microrganismos isolados nas outras variedades. Lente objetiva de 40x.



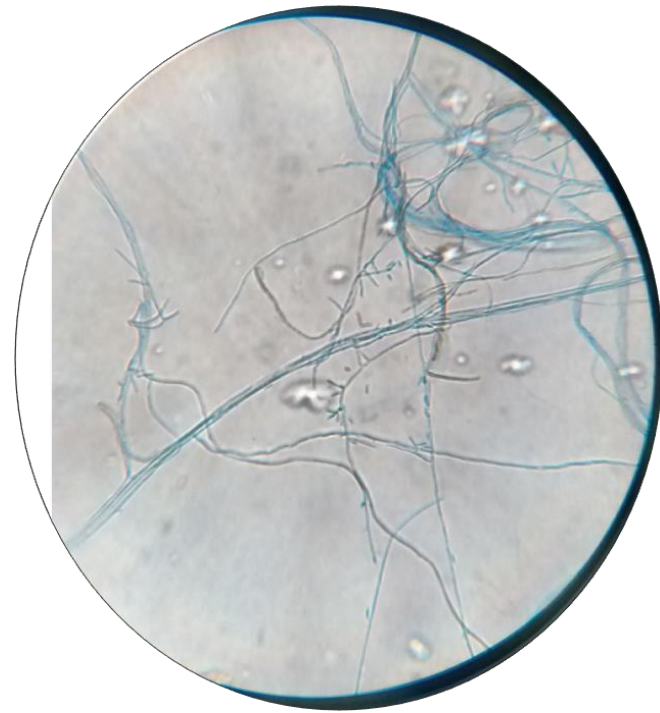
RB-86 7515



RB-93 1003



RB-86 3129



RB-92 579

Fonte: Próprio Autor (2017).